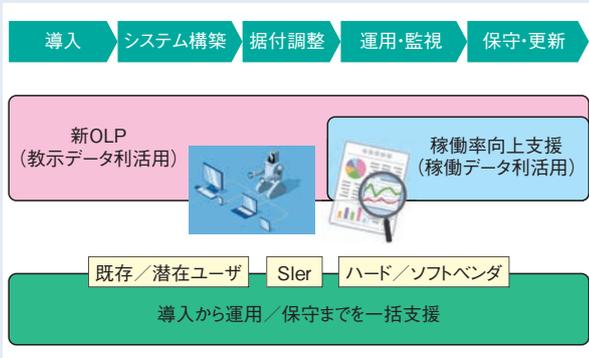


導入から運用/保守までを一括支援する新ロボットサービス

New Comprehensive Services That Cover the Life Cycle of Industrial Robots



宮崎 利彦① Toshihiko Miyazaki
 渡邊 雅之② Masayuki Watanabe
 本多 文博③* Fumihiro Honda
 山口 潤④ Jun Yamaguchi

少子高齢化などによる労働人口不足に伴い、さまざまな分野で自動化ニーズが高まっている。しかし、ロボットなどに精通した技術者を十分に確保できないことが、自動化が思うように進まない要因となっている。この解決策として、ロボット導入から保守までを一括支援するサービスの提供を検討し、それに必要となるソフトウェア機能やサービスプラットフォームを開発している。

Market demands for automation in various fields are emerging due to the shortage of workers derived from the declining birth rate and rapidly aging population. However, the implementation of automation in society cannot be realized as soon as is being expected. This is because experts in operating machinery such as robots cannot be allocated as required. Therefore, Kawasaki focuses on developing a service platform that comprehensively supports the various phases of the robot life cycle.

まえがき

少子高齢化を背景に労働人口不足が社会問題となる中で、それに対するソリューションとしてロボット活用のニーズが高まっている。

1 背景

産業用ロボットの適用先は、従来の溶接・塗装・搬送などの作業から組立・検査などの作業へ拡大しており、作業内容が複雑化している。また導入先は大手企業だけでなく中小企業へ広がり、ロボット技術者の支援が必要な状況が増えている。そのような状況への解決策として、ロボット活用に関する導入検討から保守までをサポートするサービスが求められている¹⁾。

2 サービスのコンセプト

ロボット導入検討時と操業時のそれぞれにおいて、現状の課題と提案するサービスを示す。

(1) ロボット導入検討支援サービス

(i) 現状と課題

生産工程を自動化するためには、人手で実施している作業を分析して、どうすればロボットに置き換えられるか、そのために周辺機器をどう配置するか、作業時間は間に合

うかなどのさまざまな検討が必要になり、多くの場合はそれをシステムインテグレータSIerが行っている。しかし、実際には昨今の自動化ニーズに対してSIerが不足しており、ロボット活用による自動化の普及を加速できない状況にある。

SIerがロボット導入の検討時に使うツールとしてオフラインプログラミングツールOLPがある。これは3Dデータを使った仮想空間内でロボット動作プログラムを生成するツールで、ロボットのレイアウトやサイクルタイムを検証し、その動作プログラムを実際のロボットに転送して使用することができる。しかし、SIerのOLP使用においては周辺機器との連動まで検証することができないことや、実機製作段階でさまざまな変更が加わることも多く、初期の粗検討にしか使えないという課題がある。またロボットの動作プログラム作成や動作経路の検討には時間がかかり、さらにスキルによってその出来栄に差が生じる。特に、組立などの複雑な作業をロボットで実行しようとする時、センシングや力覚制御などのスキルが求められる機能を作り込む必要があり、設計や動作プログラム作成により多くの時間を要することになる。

(ii) 概要

ロボットの導入検討を効率的に進められるよう支援するため、OLPにおいて以下のようなサービスの提供を実現する。

- サードパーティ製ソフトウェアと連携/データ共有することで、さまざまな周辺機器との連動などを可能にする機能

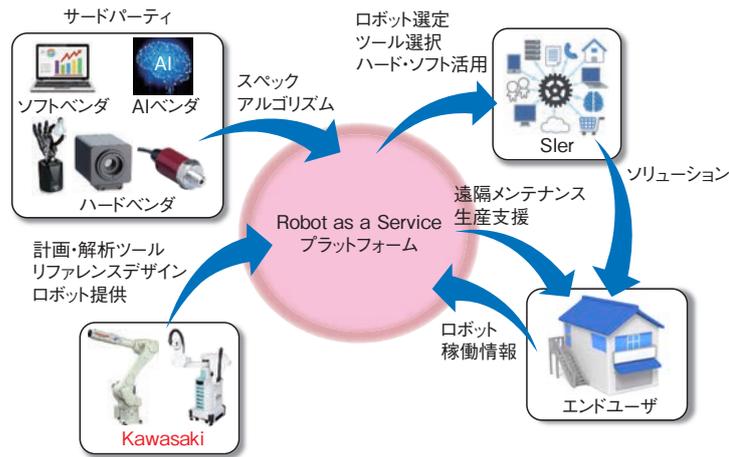


図1 Robot as a Service プラットフォームのイメージ
Fig. 1 Concept of the platform for Robot as a Service

- ハンドなど既成周辺機器を利用した、センシングや力覚制御などのスキルが必要とされる動作プログラムのライブラリ
- 最適な動作経路を自動生成する機能
- 事務所と現場、SIerとユーザーなど、異なる場所で容易にデータを共有して編集できる環境

サービス提供にはクラウドサーバを使用し、継続的に追加/改善されるコンテンツを最新状態で提供できるようにする。クラウドサーバには、SIer以外に当社の営業や技術メンバーも接続することで、さまざまなサポートを効率的に提供することも可能になる。将来的にクラウド上に多くのデータが蓄積されると、そこでノウハウが共有され、ロボット導入の敷居を下げることもつながる。また集まったデータを解析することで、より便利な新機能を開発することも考えられる。さらにはロボット導入に関するノウハウの一部をAIに置き換えるようなことも想定している。

こういった機能開発は当社だけで進めるのではなく、図1に示すようなサードパーティが開発した機能もコンテンツとして取り込める Robot as a Service プラットフォームを提供し、さまざまなステークホルダーが参加できるマーケットプレイスとすることを目指す。

(2) ロボット操業支援サービス

(i) 現状と課題

ロボット導入後のサービスとして、稼働中のロボットのデータを監視して故障タイミングを予知することで、不慮のシステム停止を防止するという取組みを従来から実施している。

しかし、故障以外でも事前検証とは異なる運用条件が発生することで、ロボットの作業効率を維持できないケースがあり、故障と同じくユーザーにとって大きな問題となっている。ロボットの作業効率が低下する要因としては、周辺機器との連動タイミング・対象ワークのバラつき・ワー

ク供給ミスなどさまざまあり、ユーザーだけの解決が難しい場合も多い。しかし、問題が発生するたびにSIerが現場に赴いて解析することは効率が悪く、またユーザーとしても安心してロボットシステムを導入/運用できない。

(ii) 概要

ロボットの効率的な操業を支援するため、図2に示すような以下のサービスを提供する。

- ロボットだけでなく周辺機器からもデータを収集し、稼働状況を可視化するツール
- 収集したデータを遠隔で分析して、稼働率低下要因を特定し運用改善のための情報を提供するツール
- OLPデータと現場収集データを共有することで、遠隔で状況を把握して、改善プログラムも遠隔から導入できる環境

収集データの分析は、最初は人手で実施しつつそれをAIに学習させて、将来的には自動化することを目指す。収集データは工場全体の稼働状況監視に連動させることなど、ユーザー要望に合わせてさまざまな機能を追加していく。前述のOLPと同様、図1に示すような収集データをクラウドで蓄積して、サードパーティが開発した機能もコン

サービス概要	監視対象	狙う効果
生産支援 製造監視	生産ライン 	生産性向上
開発中 ロボット 作業監視	ロボットシステム 	作業失敗削減
稼働中 ロボット 故障監視	ロボット単体 	ダウンタイム削減

図2 ロボット操業支援サービスの位置付け
Fig. 2 Support layers for robot operation

テンツとして取り込める Robot as a Service プラットフォームを提供することで、継続的に進化可能な環境を作る。

3 技術課題

2章であげたサービスを実現する上で、次のような技術課題がある。

① 情報セキュリティ確保

ノウハウの詰まったデータにさまざまなSIerやベンダーがアクセスして活用できるようにすることで、機能開発の加速やロボット適用拡大につなげることができる。しかし、そこには秘匿性のある顧客情報や技術情報が含まれる可能性があるため、セキュリティを担保しつつ利便性を損なわない仕組みが必要になる。

② 実機と仮想環境の同期

ロボットの導入検討や稼働監視の遠隔実施にOLPを有効活用するために、生産現場の実機とOLP上の仮想環境を常時一致させておく必要がある。そのために、3Dデータ簡単作成・環境センシング・周辺機器情報の取込みなどの機能開発が必要になる。

③ OLP操作性の向上

OLPにさまざまな機能を付加すると便利になるが、機能が複雑になるので操作が難しくなる面もある。このため、機能向上と併せて使い勝手を向上させる必要がある。

④ クラウドとエッジの使い分け

さまざまなデータや機能コンテンツをクラウドサーバ上に蓄積していくことで、新たな価値が生まれる可能性がある。一方でサーバ容量はサービスコストに影響し、通信速度は利便性に影響を及ぼすことを考慮しなければならない。すべてをクラウドサーバに持たせるのではなく、エッジコンピュータ上での処理を併用することで、バランスの取れたシステム構成にしていく必要がある。

⑤ データ選定と分析

ユーザーにとって本当に役に立つサービスを提供するためには、収集対象データや分析手法を検討していく必要がある。また情報提供の仕方にも工夫が必要となる。

4 取組み

(1) OLP開発

さまざまな分野での自動化ニーズに対応するため、大規模化する3D環境データに対応して高速・高精度なシミュレーションを実施する機能や、複雑なワーク形状に対して自動的にプログラムを生成するような教示支援機能が必須となる。

当社はロボットの動作を高い精度で模擬可能なロボットシミュレータ「K-ROSET」を有している。「K-ROSET」は実機コントローラ相当の機能を有し、ロボットプログラ

ムの動作チェックやサイクルタイムの事前検証に活用されている。一方で、当社はCADジオメトリ情報を利用した教示支援ツール「KCONG」も保有している。「KCONG」はワーク形状に基づいて稜線に沿った教示点を生成することが可能であるほか、作業条件データベースに対応した動作プログラムの自動生成などの機能を有している²⁾。

これら保有ソフトウェアを有効活用する形で、図3に示すように「K-ROSET」および「KCONG」を統合した次世代OLPの開発に取り組んでいる。このソフトウェアをベースとして2章で述べたコンセプトを実現するべく、クラウドサーバを利用した機能や3章で示した課題①～③を解決する機能を追加開発していく。

また、次世代OLPソフトの開発と並行して、クラウドサービスを利用したサービスの検証を進めている。具体的には、2章で示したさまざまなサービス案について、複数のSIerの協力のもと実際にサービス提供が可能かどうかの検証を行っている。技術的な課題だけでなく、データを共有するにあたっての知的財産の扱いなど運用上の課題の洗い出しを進め、早期のサービス提供につなげていく。

(2) データ収集分析システム開発

3章で示した課題④と⑤に対する解決策検証とスタートを兼ねた社内の生産性向上を目標に、社内生産設備のロボットシステムを対象として、作業成功率向上に向けた稼働データの収集・分析と作業品質の可視化に取り組んでいる。

(i) システム概要

データ収集分析システムは、図4に示すように現場でデータの収集と一次処理を行うエッジコンピュータ・それら

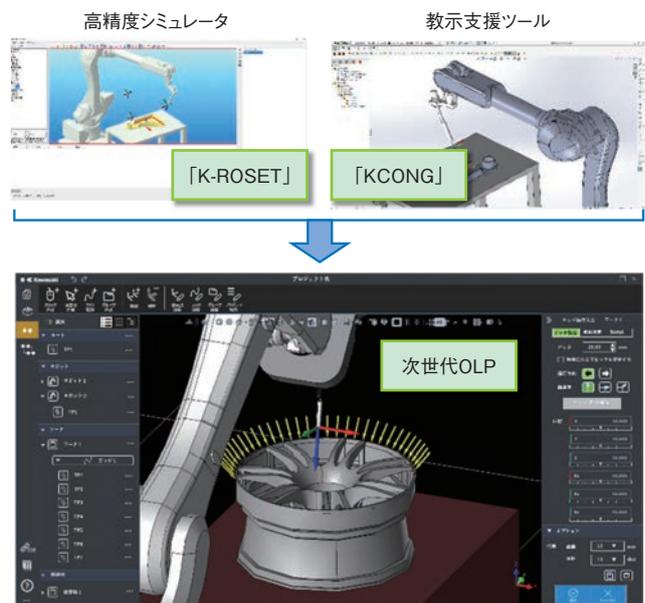


図3 開発中の次世代OLPソフトウェアのイメージ

Fig.3 Image of the next-generation OLP software under development

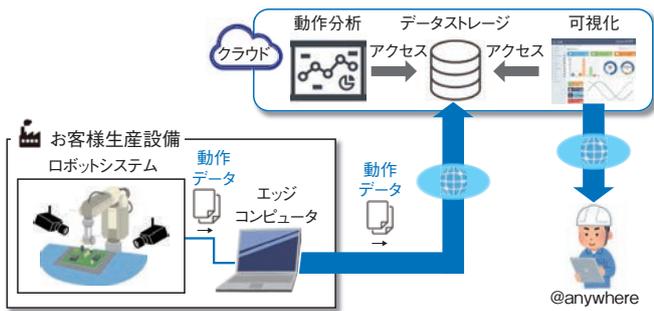


図4 データ収集分析システムの概要
Fig. 4 System overview for data acquisition and analysis



図5 ダッシュボード画面の例
Fig. 5 Example of monitoring system

のデータを蓄積して分析を行うクラウド・エッジとクラウドをつなぐデータ通信ネットワークで構成される。

エッジコンピュータでは、ロボット運転データやカメラ画像などの周辺機器データに対して、作業情報の抽出や画像処理などの一次処理を行いクラウド転送用データを生成する。

クラウドに転送されたデータは時系列データベースに格納され、同じくクラウド上の分析アプリケーションがこのデータにアクセスしてロボットの作業失敗要因分析などの各種処理を行う。分析結果や稼働情報はタブレットなどのモバイル端末に図5に示すようなダッシュボードとして表示される。これらの情報により現場では生産性の維持・向上に向けた運用改善の具体化が可能となる。

(ii) 収集データの分析

データ分析の性能がロボットユーザの生産性に大きく影響することから、クラウド上の分析アプリケーションが本システムのキラーコンテンツとなる。

今後コンテンツを順次拡充していくが、現在はユーザーの生産性に直結するロボット作業の失敗原因を可視化する分析アプリケーションの開発に注力している。

ロボット作業の失敗はさまざまな要因が重なって発生す

るケースが多い。ところが、ロボット・ツール・ワークの単体監視では問題無しとなることが多いため、ロボットの作業失敗要因を特定することが困難である。そこで異常を精度よく判定することを目標に、複数の情報を組み合わせで分析するマルチモーダル解析^{3,4)}を適用する。

現在はロボットが作業に失敗したときのデータの変化の組合せを抽出する相関分析に取り組んでいる。この結果からマルチモーダル解析の対象とするデータを見極め、作業失敗要因を特定する分析アプリケーションの開発を行う。

あとがき

労働人口不足に対するソリューションであるロボット活用を支援するサービスに取り組んでいる。

サービス提供においては、ユーザーとの接点を強化し、より多くのデータを収集することで継続的な機能改善につなげることが重要となる。さらに将来的には収集したデータを分析することで市場ニーズを把握し、技術開発やロボット開発に活用する。また、OLPを他社連携のツールとして活用し、オープンイノベーションを加速していく。

参考文献

- 1) みずほ銀行：“日本産業の中期見通し”，みずほ産業調査，Vol.66，pp.174-197（2020）
- 2) 吉村，渡邊，北嵐，川端，藤森，二之湯：“適用拡大に向けた教示作業自動化への取り組み”，川崎重工技報，Vol.178，pp.34-37（2017）
- 3) AI-SCHOLAR：“マルチモーダル学習で未来が変わる”（2019）
- 4) Mercari Engineering：“マルチモーダルによる不正出品の検知”（2019）



宮崎 利彦



渡邊 雅之



本多 文博



山口 潤